



TOEGEPASTE GEOLOGIE EN HYDROGEOLOGIE

**RISICOANALYSE BODEMVERONTREINIGING
BEDRIJFSTERREIN N.V. VFT
TE ZELZATE**

84/31 B



UNIVERSITEIT GENT

**RISICO ANALYSE
BODEMVERONTREINIGING
N.V. VFT**



Laboratorium
voor
Toegepaste Geologie
en
Hydrogeologie

Geologisch Instituut
Krijgslaan 281, S8
B-9000 Gent

tel. 09/264 46 47
fax 09/264 49 88

Opdrachtgever

N.V. Vft

Leiding : Prof. Dr. W. DE BREUCK

Studie en verslag : Lic. Y. VERMOORTELT
Lic. M. MAHAUDEN

Projectnummer : TGO 94/32b

Datum : juni 1996

VFT RISICOANALYSE BODEMVERONTREINIGING

1. Inleiding

Aan de hand van de resultaten van de studie TGO 94/32 van juni 1996 "*Inventarisatie en karakterisering van de bodem- en grondwaterverontreiniging op de bedrijfsterreinen van Vft n.v. te Zelzate*"; uitgevoerd door het Laboratorium voor Toegepaste Geologie en Hydrogeologie van de Universiteit Gent werd het mogelijk blootstellingsgevaar tengevolge van de bodemverontreiniging ingeschat.

De inschatting gebeurde aan de hand van het risicoanalysemodel HESP; versie 1.2. Enkel de parameters waarvoor de VLAREBO saneringsnorm overschreden is werden bij de evaluatie betrokken. De parameters die steeds onder de VLAREBO saneringsnorm vallen (voor alle stalen) of die niet opgenomen zijn in de VLAREBO wetgeving werden niet geëvalueerd met het HESP-model.

Voor de parameters die de VLAREBO saneringsnorm overschrijden werd de hoogst waargenomen waarde weerhouden; het is deze waarde die in het model werd ingevoerd.

Het HESP model werd gebruikt om na te gaan of er een mogelijk blootstellingsgevaar bestaat voor het bedrijfsterrein. Indien hieruit blijkt dat er een mogelijk blootstellingsgevaar is dient men over te gaan tot meer specifiek onderzoek. Een precieze inschatting van het blootstellingsgevaar vereist gedetailleerd onderzoek o.a. omtrent de precieze aard en graad van de diverse blootstellingen. Dit laatste vereist o.a. het meten van de concentratie waaraan men voor de relevante blootstellingswegen wordt blootgesteld. In dit verslag werd op basis van de analyseresultaten nagegaan of er een mogelijk blootstellingsgevaar bestaat.

2. Bodemstalen

De bodemverontreiniging binnen het bedrijfsterrein werd nagegaan aan de hand van 2 onderzoekscampagnes. De eerste campagne betreft het onderzoek van het Bestuur Milieu Inspectie (BMI) daterend van 1993; de tweede campagne betreft het onderzoek van het Laboratorium voor Toegepaste Geologie en Hydrogeologie (LTGH) van 1995-1996. In beide studies werd een groot aantal bodemstalen onderzocht, verspreid over het ganse bedrijfsterrein en afkomstig van verschillende dieptes onder het maaiveld. De onderzochte parameters zijn niet dezelfde voor beide onderzoekscampagnes; hetzelfde geldt voor de eigenlijke staalname.

Bij de BMI campagne werden op 15 plaatsen telkens 4 bodemstalen genomen; het betreft mengstalen van steeds dezelfde diepte intervallen (0,2-1,0 m; 1,0-1,5 m; 1,5-2,0 m en >2,0 m), de stalen werden geanalyseerd door SGS Ecocare Consultants.

Bij de LTGH campagne werden op 26 plaatsen twee of meer bodemstalen genomen, de staaldiepte was dermate dat steeds getracht werd om de zintuiglijk sterkst verontreinigde zone te bemonsteren. Van elke boorplaats werden 2 stalen geanalyseerd door SGS Ecocare Consultants.

Uitgebreide informatie omtrent de precieze ligging van de staalnameplaatsen, de staaldiepte,

de onderzochte parameters en de analyseresultaten vindt men in de studie TGO 94/32 van juni 1996.

2.1 Bestuur Milieu Inspectie (BMI)

Voor benzeen, toluen, xyleen en ethylbenzeen werd het gehalte in de bodem ter hoogte van monsternamepunt 15 geëvalueerd aan de hand van het HESP model. Tabel 1 geeft het resultaat van deze evaluatie. De volgende conclusies werden getrokken:

- voor benzeen:
 - de berekende dagelijkse opname ligt boven de totaal dagelijks toegelaten dosis (TDI);
 - het omgevings blootstellingsniveau voor binnen- en buitenlucht ligt boven de maximaal toegelaten norm (MTEL in- en outdoor air);
- voor ethylbenzeen:
 - de berekende dagelijkse opname is kleiner dan de totaal dagelijks toegelaten dosis (TDI);
 - het omgevings blootstellingsniveau voor binnen- en buitenlucht ligt boven de maximaal toegelaten norm (MTEL in- en outdoor air);
- voor xyleen:
 - de berekende dagelijkse opname ligt boven de totaal dagelijks toegelaten dosis (TDI);
 - het omgevings blootstellingsniveau voor binnenlucht ligt boven de maximaal toegelaten norm; voor buitenlucht ligt zij net onder de norm;
- voor toluen:
 - de gemiddelde dagelijkse opname is quasi gelijk aan de totaal dagelijks toegelaten dosis (TDI);
 - het omgevings blootstellingsniveau voor binnenlucht ligt boven de maximaal toegelaten norm; voor buitenlucht ligt zij eronder (MTEL in- en outdoor air).

De hoogste concentraties aan BTEX-en werd aangetroffen in de bodemstalen van monsternameplaats 15. De evaluatie met het HESP model toonde aan dat voor deze plaats een reëel blootstellingsgevaar bestaat voor benzeen en xyleen. Voor ethylbenzeen en toluen is dit gevaar minder reëel.

Voor de PAK's opgenomen in het VLAREBO (met uitzondering van bezo(b)fluoranteen) werd het gehalte in de bodem ter hoogte van monsternamepunt 12 (voor naftaleen ter hoogte van monsternamepunt 08) geëvalueerd aan de hand van het HESP-model. Tabel 2 geeft de resultaten van de HESP-evaluatie weer. De volgende conclusies werden getrokken:

- de gemiddelde dagelijkse opname voor naftaleen, fenantreen, benzo(a)antracene, benzo(k)fluoranteen, benzo(ghi)peryleen en indeno(1,2,3-cd)pyreen ligt onder de totaal dagelijks toegelaten dosis (TDI);
- voor de overige parameters ligt de gemiddelde dagelijkse opname boven de toegelaten dagelijkse dosis.

Voor benzo(a)pyreen en chryseen bedraagt het maximaal toelaatbaar gehalte in de bodem (BE: break-even concentration) zonder dat de CDI de TDI overschrijdt 11 000 mg/kg ds. Voor fluoranteen bedraagt de BE 11 000 mg/kg ds. Voor de overige PAK's ligt de BE hoger dan de

maximaal waargenomen concentratie in het studiegebied.

Tabel 1 Risicoanalyse HESP-evaluatie voor BTEX in bodemstalen BMI.

Geraamd blootstellingsniveau (Estimated Exposure Levels)								
blootstelling via:	benzeen		ethylbenzeen		xyleen		tolueen	
	mg/kg ds	%	mg/kg ds	%	mg/kg ds	%	mg/kg ds	%
inademing van damp	0,37 10 ⁰	99,57	0,66 10 ⁻¹	96,89	0,29 10 ⁰	96,62	0,43 10 ⁰	99,03
inademing van stof	0,21 10 ⁻⁵	0,00	0,27 10 ⁻⁵	0,00	0,13 10 ⁻⁴	0,00	0,54 10 ⁻⁵	0,00
vertering van bodem/stof	0,14 10 ⁻²	0,39	0,19 10 ⁻²	2,76	0,91 10 ⁻²	2,99	0,38 10 ⁻²	0,86
opname via de huid van bodem/stof	0,18 10 ⁻³	0,05	0,24 10 ⁻³	0,35	0,11 10 ⁻²	0,38	0,47 10 ⁻³	0,11
<i>totaal</i>	<i>0,37 10⁰</i>	<i>100,00</i>	<i>0,68 10⁻¹</i>	<i>100,00</i>	<i>0,30 10⁰</i>	<i>100,00</i>	<i>0,43 10⁰</i>	<i>100,00</i>
Maximaal toegelaten blootstellingsniveau (MTEL)								
maximale of aanvaardbare totale dagelijkse inname (TDI-ADI) mg/kg.dag	0,43 10 ⁻²		0,14 10 ⁰		0,10 10 ⁻¹		0,43 10 ⁰	
buitenlucht (g/m ³)	0,30 10 ⁻⁴		0,77 10 ⁻⁴		0,54 10 ⁻⁴		0,30 10 ⁻²	
binnenlucht (g/m ³)	0,30 10 ⁻⁴		0,77 10 ⁻⁴		0,54 10 ⁻⁴		0,30 10 ⁻²	

Tabel 2 Risicoanalyse bodemverontreiniging door PAK's a.d.h. van het HESP-model

PAK	concentratie mg/kg ds	CDI mg/kg ds	TDI mg/kg ds	BE mg/kg ds
naftaleen	6600	$CDI < TDI$		
benzo(a)pyreen	3770	$0,49 \cdot 10^{-2}$	$0,20 \cdot 10^{-2}$	1100
fenantreen	5460	$CDI < TDI$		
fluoranteen	16030	$0,28 \cdot 10^{-1}$	$0,20 \cdot 10^{-1}$	11000
benzo(a)antraceen	1855	$CDI < TDI$		
chryseen	7670	$0,14 \cdot 10^{-1}$	$0,20 \cdot 10^{-2}$	1100
benzo(k)fluoranteen	2570	$CDI < TDI$		
benzo(ghi-peryleen)	2000	$CDI < TDI$		
indeno(1,2,3-cd)pyreen		$CDI < TDI$		

CDI: berekende dagelijkse opname TDI: toegestane dagelijkse dosis BE: max. concentratie (in mg/kg ds) in de bodem zonder dat de TDI wordt overschreden

2.2 Bodemstalen Laboratorium voor Toegepaste Geologie en Hydrogeologie (LTGH)

Voor benzeen en styreen, die in een aantal stalen de saneringsnorm overschreden, werd het blootstellingsgevaar ingeschat ter hoogte van monsternamepunt D9 (tabel 3); dit is het punt waar de hoogste concentratie werd waargenomen. De volgende conclusies werden getrokken:

- benzeen:

de gemiddelde dagelijkse opname ligt boven de totaal dagelijks toegelaten dosis (TDI);
het omgevings blootstellingsniveau voor binnenlucht ligt boven de maximaal toegelaten norm (MTEL indoor air);

- styreen:

de gemiddelde dagelijkse opname ligt onder de totaal dagelijks toegelaten dosis (TDI);

Tabel 3 Risicoanalyse BTX-en voor de LTGH-bodemstalen.

Parameter	concentratie mg/kg ds	CDI mg/kg ds	TDI mg/kg ds	BE mg/kg ds
benzeen	57	$0,81 \cdot 10^{-1}$	$0,43 \cdot 10^{-2}$	5,7
styreen	45	$CDI < TDI$		

CDI: berekende dagelijkse opname TDI: toegestane dagelijkse dosis BE: max. concentratie (in mg/kg ds) in de bodem zonder dat de TDI wordt overschreden

Enkel voor benzeen is de toegelaten dagelijkse dosis overschreden. Dit is het geval in die zones waar de concentratie aan benzeen in de bodem hoger is dan 5,7 mg/kg ds (zie TGO 94/32).

Voor de PAK's opgenomen in het VLAREBO werd het gehalte in de bodem ter hoogte van

monsternamepunt D9, D18 of D11 (afhankelijk van waar het PAK's in de hoogste concentratie werd aangetroffen) geëvalueerd aan de hand van het HESP model. Onderstaande tabel (tabel 4) geeft de belangrijkste resultaten van de evaluatie weer. De volgende conclusies werden getrokken:

- de gemiddelde dagelijkse opname voor naftaleen, fenantreen, benzo(a)antracene, benzo(k)fluoranteen, benzo(ghi)peryleen en indeno (1,2,3-cd)pyreen ligt onder de totaal dagelijks toegelaten dosis (TDI);
- voor de overige parameters ligt de gemiddelde dagelijkse opname boven de toegelaten dagelijkse dosis.

Tabel 4 Risicoanalyse PAK's bodemstalen LTGH.

PAK	concentratie mg/kg ds	CDI mg/kg ds	TDI mg/kg ds	BE mg/kg ds
naftaleen	3200	<i>CDI < TDI</i>		
benzo(a)pyreen	1000	<i>CDI < TDI</i>		
fenantreen	4500	<i>CDI < TDI</i>		
fluoranteen	3700	<i>CDI < TDI</i>		
benzo(a)antracene	1000	<i>CDI < TDI</i>		
chryseen	2000	0, 10 ⁻¹	0,20 10 ⁻²	1100
benzo(k)fluoranteen	600	<i>CDI < TDI</i>		
benzo(ghi)-peryleen	1400	<i>CDI < TDI</i>		
indeno(1,2,3-cd)pyreen		<i>CDI < TDI</i>		

CDI: berekende dagelijkse opname TDI: toegestane dagelijkse dosis BE: max. concentratie (in mg/kg ds) in de bodem zonder dat de TDI wordt overschreden

Enkel voor chryseen ligt de dagelijkse dosis boven de maximaal toegelaten norm.

3. Ernst van de bodemverontreiniging

Uit de studie TGO 94/32 en uit de risicoanalyse blijkt dat de bodem (en het grondwater in het kwartair grondwaterreservoir) ter hoogte van het bedrijfsterrein van de n.v. VfT te Zelzate verontreinigd is.

De verontreiniging werd, gelet op de bedrijfsactiviteiten, hoofdzakelijk gekarakteriseerd aan de hand van een aantal organische stoffen: het betreft de fenolen, de BTEX(S) en enkele PAK's. In het verslag "Inventarisatie en karakterisatie van de bodem- en grondwaterverontreiniging van het bedrijfsterrein van de NV VfT te Zelzate" vindt men gegevens met betrekking tot de staalname, analyse en interpretatie.

Naast de genoemde verontreinigingcomponenten werden in het studiegebied tevens diverse

andere koolwaterstofverbindingen, kalkslib (fenolneutralisatie) en koolteer (harde peklogen) waargenomen.

De voornaamste opnamewegen van toepassing op het HESP model voor het bedrijfsterrein "industriegebied" zijn:

- de vertering van oraal opgenomen bodemdeeltjes
- het inademen van stof en dampen afkomstig van de verontreinigde bodem
- het dermaal contact met verontreinigde bodem en of grondwater tijdens het uitvoeren van oa. graafwerken.

Op basis van de waargenomen bodem- en grondwaterverontreiniging en de mogelijke blootstellingswegen kan men schematisch in het studiegebied 5 zones onderscheiden. Deze zijn:

- het bedrijfsterrein en de Vredekaai ten westen van de oude kaaimuur met:
 - bodemverontreiniging
 - grondwaterverontreiniging (KZ2 en KZ1)
 - LNAPL's en DNAPL's (zones met drijf- en/of zinklagen)
- de parkzone ten oosten van de oude kaaimuur tot aan de visvijver met:
 - DNAPL's
 - grondwaterverontreiniging (KZ2 en KZ1)
- de visvijver met:
 - mogelijke oppervlaktewater- en waterbodemverontreiniging
 - grondwaterverontreiniging (KZ1)
- de zone ten oosten van de visvijver tot ? m met:
 - grondwaterverontreiniging (KZ1)
- de polders en de bebouwde zone ten zuiden van het bedrijfsterrein met geen meetbare verontreiniging.

binnen het bedrijfsterrein:

Voor wat betreft de bodemverontreiniging werd de risicograad voor die parameters die de VLAREBO saneringsnorm overschreden ruw ingeschat aan de hand van het HESP model. De bodemverontreiniging situeert zich op een industrieterrein hetgeen een aantal mogelijke blootstellingswegen elimineert (oa opname via gewassen, dieren, ...). De bodemanalysen (oa. BMI stalen en LTGH stalen 1995) geven aan dat in vele bodemstalen, naast de koolwaterstofverbindingen opgenomen in het VLAREBO, talrijke andere koolwaterstofverbindingen in relatief hoge concentraties voorkomen. De risicograad geassocieerd aan deze stoffen werd niet geëvalueerd. Men kan stellen dat:

- de bodem sterk verontreinigd is ter hoogte van het bedrijfsterrein;
- dat het landgebruik in de verontreinigde zone beperkt blijft tot de activiteiten geassocieerd aan een industrieterrein;
- dat voor wat betreft de PAK's (PAK's opgenomen in VLAREBO) verontreiniging de gemiddelde dagelijkse opname kleiner is dan de dagelijks toegelaten dosis met uitzondering van benzo(a)pyreen en fluoranteen volgens de BMI bodemstalen en met uitzondering van chryseen volgens de LTGH bodemstalen;
- dat voor wat betreft de BTEX(S) verontreiniging er blootstellingsgevaar is voor benzeen en xyleen volgens de BMI stalen en voor benzeen volgens de LTGH bodemstalen;
- de achtergrondwaarden voor de meeste zware metalen worden overschreden, enkel voor koper wordt de saneringsnorm in één staal overschreden;

Voor de grondwaterverontreiniging werd gesteund op de VLAREBO saneringsnormen. Binnen het bedrijfsterrein wordt de VLAREBO saneringsnorm op een aantal plaatsen sterk overschreden (oa. BTEX en PAK's). Direct gebruik van het grondwater komt niet voor maar men dient rekening te houden met een relatief ondiepe grondwatertafel en de aanwezigheid van drijf- en zinklagen. De oplossing van verontreinigende bestanddelen uit de bodem en/of uit de drijf- en zinklagen vormt een continue bron van contaminanten voor het grondwaterreservoir. Via het grondwater breidt de verontreiniging zich verticaal en horizontaal verder uit tot buiten het bedrijfsterrein.

buiten het bedrijfsterrein:

In de zone tussen de oude kaaimuur en de visvijver heeft men een grondwaterverontreiniging van de ondiepe en van de diepe watervoerende laag en een verontreiniging door zinklagen. Het bodemgebruik beperkt er zich tot aanplantingen (park), de zone wordt gebruikt voor recreatie. Het grondwater wordt er niet benut; de grondwaterstroming in de KZ2 is gericht in de richting van de vijver die als grens fungeert. In de KZ1 is de grondwaterstroming eveneens in oostelijke richting doch de visvijver vormt hier geen grens. De grondwaterverontreiniging vormt er geen direct gevaar doch men kan verwachten dat er een beïnvloeding is van de vegetatie door opname en bioaccumulatie.

Het water van de visvijver en de waterbodem kan verontreinigd zijn; het voorkomen van een zinklaag in de visvijver is niet uitgesloten. Op en rondom de vijver komen diverse vogelsoorten voor (oa. eend, gans, zwaan), in de vijver komt vis voor.

In de zone ten oosten van de vijver zijn slechts op 2 plaatsen peilputten beschikbaar; uit de waarnemingen blijkt dat de diepe watervoerende laag verontreinigd is; de ondiepe is er schijnbaar niet verontreinigd; er is geen bodemverontreiniging. De precieze uitbreiding van de verontreinigde zone is niet gekend doch in SB10F1 werd een verhoogde benzeenconcentratie waargenomen. Waarschijnlijk strekt de verontreinigingspluim zich uit in noord-noordoostelijke richting vanaf het bedrijfsterrein tot een zekere afstand in de polderzone. Het grondwaterstromingspatroon (oa. invloed vijver), de oude kaaimuur (vermoedelijke grens voor drijf- en zinklagen) en het grover karakter van de KZ1 (grotere horizontale doorlatendheid in KZ1 dan in KZ2) liggen aan de basis van de verdere uitbreiding van de grondwaterverontreiniging in de KZ1 dan in de KZ2. De grondwaterverontreiniging stelt geen direct gevaar zolang het grondwater van de KZ1 niet wordt benut (oppompen van grondwater uit filterputten, ...).

4. Synthese

In het bestek van het onderzoek naar de bodem- en grondwaterverontreiniging op en rondom het bedrijfsterrein van de NV Vft te Zelzate werd de bouw van het kwartaire grondwaterreservoir, de grondwaterstroming, en de bodem- en grondwaterverontreiniging onderzocht.

De bodemverontreiniging werd nagegaan aan de hand van een tweetal meetcampagnes. In de eerste, uitgevoerd in 1993 in opdracht van het Bestuur Milieu Inspectie (BMI) werden op 15 plaatsen op vier verschillende dieptes bodemstalen genomen en onderzocht op een breed gamma van parameters (oa. zware metalen, organische componenten, apolaire koolwaterstoffen, fenolen, BTEX(S) en PAK's). In de tweede, uitgevoerd door het LTGH in 1995 in opdracht van de n.v. Vft, werden op 26 plaatsen op verschillende dieptes bodemstalen

genomen en onderzocht op BTEX, fenolen en PAK.

Uit de zintuiglijke waarnemingen tijdens de uitvoering van de boringen en uit de analyse van een aantal bodemstalen bleek dat de bodem verontreinigd is door:

- koolwaterstofverbindingen; welke de diverse verontreinigingscomponenten zijn en welke de omvang en de historie zijn van de verontreiniging is niet volledig gekend; de verontreiniging situeert zich zowel in de bodem als in het grondwater;
- de aanwezigheid van harde peklagen (koolteer) in de ondiepe ondergrond over een belangrijk deel van het bedrijfsterrein; de zones hebben een heterogene uitbreiding; men mag aannemen dat zij nagenoeg overal binnen het bedrijfsterrein kunnen voorkomen; buiten het bedrijfsterrein komen zij niet voor;
- de aanwezigheid van relatief belangrijke volumes kalkslib; een restprodukt van de fenolneutralisatie;
- een drijfslagzone gesitueerd in de zone tussen de boorplaatsen D9, D8, D6 en de oude kaaimuur; in deze zone werd tevens een zinklaag vastgesteld;
- een geringe verhoging van het gehalte aan zware metalen.

De bodemverontreiniging werd gelet op de vroegere en huidige bedrijfsactiviteiten vooral gekarakteriseerd aan de hand van een aantal PAK's, BTEX(S) en fenolen. De VLAREBO saneringsnorm wordt overschreden op talrijke plaatsen binnen het bedrijfsterrein voor zowel de BTX-en als de PAK's. Op talrijke plaatsen wordt een sterk verhoogde fenolindex gemeten. De PAK verontreiniging is gezien de geringe vluchtigheid en oplosbaarheid enigszins minder risico houdend. Enkel voor benzo(a)pyreen, chryseen en fluoranteen overschrijdt de opname de dagelijks toegelaten dosis. De PAK's en BTEX(S) werden gebruikt als karakteriserende parameters, men moet er evenwel rekening mee houden dat de bodem tevens verontreinigd is door andere koolwaterstofverbindingen (zie bodemonsters BMI). Uit de studie blijkt dat de bodemverontreiniging zich grotendeels beperkt tot het eigenlijke bedrijfsterrein, hierbinnen wordt de achtergrondwaarde over het grootste deel van de oppervlakte overschreden door één of meerdere parameters. De concentratieverdeling van PAK's en BTX-en in de bodemstalen wijzen naast een algemene verontreiniging over gans het bedrijfsterrein op twee belangrijke verontreinigingshaarden. De éérste ligt in het zuiden van het bedrijfsterrein ter hoogte van D9, de tweede ligt meer noordelijk ter hoogte van D18.

Uit de evaluatie met het HESP model bleek dat voor wat betreft de parameters die de VLAREBO saneringsnorm overschrijden een mogelijk blootstellingsgevaar bestaat voor benzeen, xylenen, benzo(a)pyreen, fluoranteen en chryseen.

Zowel de staalnamemethode, de staalbehandeling als de plaats en de diepte waar het staal werd genomen (diepte bodemstaal, diepte en lengte filter, inplanting filterput, ...) hebben een invloed op de inschatting van de ernst van de bodemverontreiniging. De evaluatie met het HESP model is eerder richt gevend. Voor een grondige evaluatie van het blootstellingsgevaar is precieze informatie vereist.